

Параметры	Система палочек	Система колбочек
Адаптация (<i>реагирование на разную степень освещенности</i>)	медленное	быстрое
Бинокулярное слитие (<i>объединение сигналов в единый нервный образ</i>)	медленное	быстрое
Восприимчивость (<i>способность к восприятию</i>)	к рассеянному свету	к прямым осевым лучам
Острота зрения (<i>способность различать границы между светлыми и темными участками</i>)	слабая	сильная
Тип бинокулярного зрения	черно-белое	цветное

Фоторецепторы человеческого глаза содержат около 140 миллионов палочек и свыше 6 миллионов колбочек и благодаря этому способны различать мельчайшие детали объекта или изображения. Лучше всего это проявляется при резком изменении яркости освещаемых деталей предмета. В источнике [4] описано, что при дневной освещенности глаз человека способен выделять мелкие детали с диапазоном контрастности порядка 800:1, а в условиях ночного или слабого освещения – до 1200:1. В настоящее время такой светочувствительностью и воспринимаемым диапазоном яркости не обладает ни один светочувствительный промышленный фотоматериал.

Список публикаций:

- [1] Derbenev A.V. // *Retinal Physiology*. 2015. Vol. 1. № 1. p. 13.
[2] Лунда Шапиро, Джордж Стокман, *Компьютерное зрение*, Бином. Лаборатория знаний, 2010 г. 752 стр
[3] Басинский С.Н, Егоров Е.А., *Клинические лекции по офтальмологии*, ГЭОТАР-Медиа, 2013 г. 320 стр.
[4] Демирчоглян Г.Г. // *Физиология сетчатки глаза: Первичные механизмы зрения*. 2007 г. 144 стр.

Сортировка биологических клеток электрическим полем: оценка точности управления траекторией и способы её улучшения

Спирёва Дарья Вадимовна

Новосибирский государственный университет

Москаленский Александр Ефимович, к.ф.-м.н.

gerd.raz@yandex.ru

Мир полон удивительных микроорганизмов: бактерий, вирусов, клеток, которые необходимо исследовать тщательно. Беря пробу можно столкнуться с проблемой: а как изучить именно данный вид клеток, без вмешательства остальных? Для этого необходимо отсортировать клетки в разные колбы. Эффективнее всего это можно сделать методом сортировки клеток электрическим полем. В данной работе рассматривается сортировка с помощью сортера BD FACSAria II (в ИЦиГ СО РАН). Цель данной работы заключается в том, чтобы оценить с какой точностью клетки попадают в одну и ту же точку при сортировке в электрическом поле и каким именно способом можно улучшить точность попадания и свести погрешность к минимуму.

Начальный этап исследования основан на методе проточной цитометрии, который основан на регистрации светорассеяния и флюоресценции от каждой отдельно взятой клетки в клеточной суспензии (пробе) [3]. После этого клетки проходят через вибрирующее сопло (иглолку) и разделяются на капли. Капли проходят электрическое кольцо, где им, в зависимости от результатов исследования и полученных характеристик, сообщается заряд, и попадают в поле электрических пластин, которое их сортирует [4].

Чтобы оценить точность управления траекторией, проведены измерения расстояния от центра основного потока до края одной из струй при подаче различных напряжений на пластины (рис. 1), а также с различными значениями заряда на капле.

По выведенной формуле

$$q = \frac{y^2 R m}{(U_2 - U_1) t^2} \quad (1)$$

сделана оценка заряда капель. Константу угла наклона пластин θ примем равную 1, радиус капли r равную радиусу иглолки, из которой она вытекает, - 50 мкм. Массу оценим как $m = V \rho$, где V – объем капли,

имеющей идеальную форму шара, ρ – плотность воды (1000 кг/м^3). $V = \frac{4}{3}\pi R^3 = 524 \cdot 10^{-15} \text{ м}^3 \Rightarrow m = 524 \cdot 10^{-12} \text{ кг}$. Напряжение на пластинах возьмем $U = 1500 - 3000 \text{ В}$. Для определения значения периода пролета капли получена формула: $t = \frac{D}{v_0} = 0,01 \text{ с}$, где v_0 – скорость потока ($v_0 = 13 \text{ м/с}$). По результатам проведенных измерений построен график зависимости $\frac{\sigma}{\mu}$ от $\frac{q}{e}$ (рис. 2). ($\frac{\sigma}{\mu}$ – относительная флуктуация; $\frac{q}{e}$ – заряды электрона).



рис. 1.

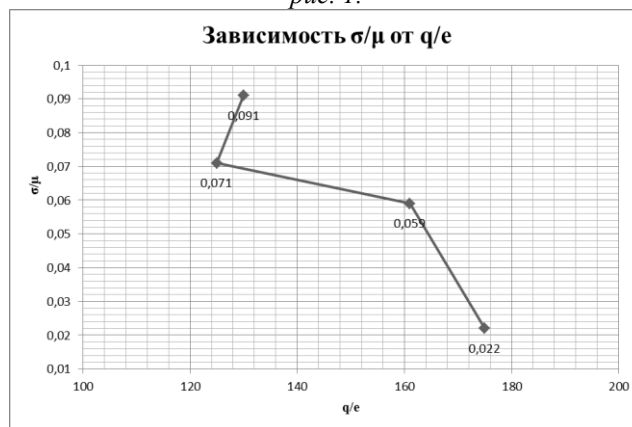


рис.2. Зависимость $\frac{\sigma}{\mu}$ от $\frac{q}{e}$.

Как показано на графике, наилучшая точность отклонения траектории капли (относительная флуктуация ~2%) была достигнута при максимальном заряде (~175 зарядов электрона). Таким образом, можно сделать вывод о том, что именно флуктуации заряда капель приводят к разбросу их траекторий.

Данный результат получен при напряжении на пластинах 2000 В, что соответствует рекомендованному напряжению в инструкции к прибору. При работе на меньших напряжениях капли можно заряжать ещё сильнее, однако при этом может проявляться кулоновское взаимодействие между ними.

При проведении эксперимента так же было выявлено, что угол наклона пластин и близкое расположение струи к потоку тоже давало неточности. Из-за угла менялась траектория и падала точность, из-за близкого расстояния струя и общий поток начинали сливаться и взаимодействовать.

Общие рекомендации для точного управления траектории сортировки:

1. Наклон пластин примерно 45 градусов.
2. Расположение струй должно быть больше чем диаметр общего потока.
3. Подаваемое на пластины напряжение примерно $U = 2000 \text{ В}$.

Список публикаций:

- [1] Tore Lindmo, Donald C. Peters, and Richard G. Sweet. Flow cytometry and sorting. Second Edition. New York. 1990.
- [2] BD FACSAria II User's Guide. 2009
- [3] http://www.ckpgene.ru/left/protochnaya_citometriya/
- [4] Howard M. Shapiro. Practical Flow Cytometry. 2003 John Wiley & Sons., ISBN: 9780471411253
- [5] http://www.it-med.ru/library/i/issledovanie_1.htm